

BEST AVAILABLE COPY

PAT-NO: JP410238537A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10238537 A  
TITLE: BEARING DEVICE  
PUBN-DATE: September 8, 1998

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
KAWASAKI, KOJI

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME OKUMA MACH WORKS LTD COUNTRY  
N/A

APPL-NO: JP09042389  
APPL-DATE: February 26, 1997

INT-CL (IPC): F16C025/08

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To stabilize rotation at a high speed rotation area through proper regulation of radial fit-in of a bearing by a piezoelectric element and to improve rigidity at a low speed rotation area.

SOLUTION: An annular piezoelectric element 6 is located between a main shaft head 4 and a sleeve 5 in a manner to surround the outer ring 2b of a bearing 2. A temperature sensor 11 to detect the temperature of a bearing 2 is arranged at the sleeve 5. Based on an output from the temperature sensor 11, a control device 10 controls a voltage generating device 8 and a voltage applied on a piezoelectric element 6 is regulated such that fit-in of the bearing 2 is brought into a constantly optimum state.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-238537

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月8日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

F 1 6 C 25/08

識別記号

F I

F 1 6 C 25/08

Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 3 頁)

(21) 出願番号

特願平9-42389

(22) 出願日

平成9年(1997) 2月26日

(71) 出願人 000149066

オークマ株式会社

愛知県名古屋市北区辻町1丁目32番地

(72) 発明者 川崎 浩二

愛知県丹羽郡大口町下小口5丁目25番地の

1 オークマ株式会社大口工場内

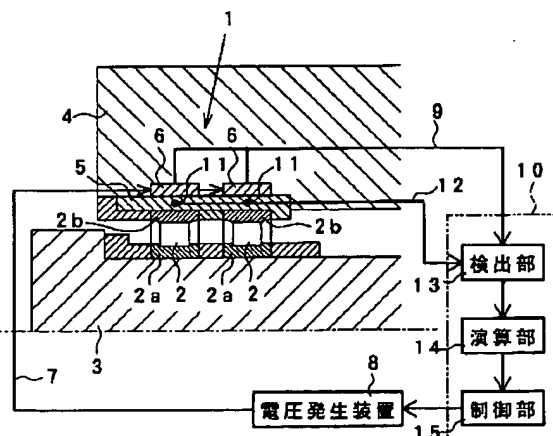
(74) 代理人 弁理士 石田 喜樹

(54) 【発明の名称】 軸受装置

(57) 【要約】

【課題】 軸受のラジアル方向の嵌め合いを圧電素子により的確に調整して、高速回転域での回転を安定させ、低速回転域での剛性を向上する。

【手段】 軸受2の外輪2bを包囲するように、環状の圧電素子6を主軸頭4とスリーブ5との間に介装する。スリーブ5に軸受2の温度を検出する温度センサ11を設ける。制御装置10は温度センサ11の出力に基づいて電圧発生装置8を制御し、軸受2の嵌め合いが常に最適状態となるように、圧電素子6への印加電圧を調整する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転軸を支持する軸受と、軸受と略同一軸線方向位置かつ同芯で軸受の内輪及び外輪の少なくとも一方に隣接して設けられた圧電素子と、圧電素子への印加電圧を調整する手段とからなる軸受装置。

【請求項2】 回転軸を支持する軸受と、軸受と略同一軸線方向位置かつ同芯で軸受の内輪及び外輪の少なくとも一方に隣接して設けられた圧電素子と、軸受の温度を検出する温度センサと、温度センサの出力に基づき圧電素子への印加電圧を調整する手段とからなる軸受装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、嵌め合い調整機能を備えた軸受装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】例えば、工作機械の主軸を支持する軸受装置においては、従来、軸受に予圧を付与することで、その嵌め合いを調整している。この場合、組付時の予圧量を以後一定に保つ調整方式と、油圧を用い予圧量を運転条件に応じて変化させる調整方式とが知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、従来の軸受装置によると、軸受のラジアル方向の嵌め合い、つまり、軸受外輪と主軸頭、又は、軸受内輪と主軸との嵌め合い調整が不充分であるため、例えば、主軸の高速回転域で、軸受の熱膨張により嵌め合いがきつくなり、主軸の回転が不安定となったり、逆に、低速回転域で、軸受の収縮により嵌め合いがルーズとなり、軸受部の剛性が低下したりするなどの問題点があった。

【0004】そこで、本発明の課題は、軸受のラジアル方向の嵌め合いを的確に調整して、高速回転域での回転を安定させ、低速回転域での剛性を向上できる軸受装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、本発明の軸受装置は、回転軸を支持する軸受と、軸受と略同一軸線方向位置かつ同芯で軸受の内輪及び外輪の少なくとも一方に隣接して設けられた圧電素子と、圧電素子への印加電圧を調整する手段とから構成される（請求項1）。

【0006】ここで、印加電圧の調整にあたっては、作業者が運転状況を判断してつまみ等を操作する手動調整方式も採用できるが、調整精度を向上するためには、運転状況をセンサで検出して、印加電圧を自動調整するのが望ましい。軸受の発熱による変位量は温度又は回転数に相関するため、センサとしては、軸受の温度を検出するもの、又は、回転数を検出するものを使用可能である。ただし、回転数の経時変化率は熱変位量のそれと相違するため、回転センサを用いた場合は制御が複雑化する難点がある。

【0007】そこで、本発明の軸受装置は、回転軸を支持する軸受と、軸受と略同一軸線方向位置かつ同芯で軸受の内輪及び外輪の少なくとも一方に隣接して設けられた圧電素子と、軸受の温度を検出する温度センサと、温度センサの出力に基づき圧電素子への印加電圧を調整する手段とから構成される（請求項2）。

【0008】なお、軸受としては、転がり軸受又は滑り軸受の何れも使用可能である。転がり軸受を用いる場合は、圧電素子を外輪の外側、又は、内輪の内側、或いは、軸受の内外両側に設けてもよい。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図1は工作機械における主軸の軸受装置を例示するものである。この実施形態の軸受装置1は一对の転がり軸受2を備え、主軸3を主軸頭4に対し回転可能に支持している。軸受2の内輪2aは主軸3の外周に嵌合され、外輪2bはスリーブ5を介して主軸頭4の内周に嵌合されている。

【0010】スリーブ5と主軸頭4の間には、一对の環状の圧電素子6が、軸受2の外輪2bを包囲するように、軸受2と同一軸線方向位置で同芯に介装されている。各圧電素子6は給電線7を介し電圧発生装置8に接続されるとともに、信号線9を介し制御装置10に接続されている。また、スリーブ5には、軸受2の温度を検出する一对の温度センサ11が設けられ、これらの出力は信号線12を介し制御装置10に入力される。

【0011】制御装置10は、圧電素子6及び温度センサ11の出力を検出する検出部13と、検出値から軸受2の嵌め合いデータ及び温度データ、その他の所要データを演算により求める演算部14と、演算値に基づき制御指令を作成する制御部15とを備え、制御部15により電圧発生装置8の出力を制御することで、圧電素子6への印加電圧を軸受2の温度に基づいて調整する手段を構成している。

【0012】次に、軸受2の嵌め合い調整方法について説明する。図2は圧電素子6のひずみ量と印加電圧との相関特性を示すものであり、図中Vaは装置組付時の印加電圧、Vbは主軸最高回転時の印加電圧を示す。図3の(a)は装置組立時の嵌め合い状態を示し、(b)は主軸最高回転時の嵌め合い状態を示すものである。図4は主軸最高回転時における軸受温度と時間との相関特性を示すものである。

【0013】軸受装置1の組付時には、主軸頭4に軸受2、主軸3、及びスリーブ5を組み付け、圧電素子6に図2のVa(V)の電圧を印加し、圧電素子6を所要量ひずませた状態で、図3(a)に示すきつ締った嵌め合い状態を得る。主軸3の最高回転時つまり回転飽和時には、軸受2の外輪2a等の熱膨張を考慮し、圧電素子6に図2のVb(V)の電圧を印加し、図3(b)に示す最適な嵌め合い状態を得る。一方、主軸3の回転中つ

まり回転未飽和時には、圧電素子6への印加電圧が軸受2の温度に基づき次のように制御される。

【0014】まず、テスト機において、印加電圧をVb(V)に固定し、主軸3を最高回転数で連続回転し、このときの軸受2の温度を温度センサ11により検出し、図4に示す温度及び時間の相関データを制御部15のメモリに記憶する。実際の機械稼動時には、検出部13が温度センサ11の出力を検出し、演算部14が単位時間当りの温度変化率 $dT/dt$ を常時監視する。

【0015】そして、制御部15はこの温度変化率 $dT/dt$ と記憶データ中の温度 $T_a(^{\circ}C)$ 時の温度変化率 $(dT/dt)T_a$ とを対比し、 $dT/dt > (dT/dt)T_a$ のとき、電圧発生装置8の出力を一定量抑え、嵌め合いが緩やかとなるように圧電素子6を調整し、逆に、 $dT/dt < (dT/dt)T_a$ のときは、電圧発生装置8の出力を一定量増やし、嵌め合いがきつくなるように圧電素子6を調整する。従って、この処理をループさせれば、主軸3の高速及び低速の何れの回転域においても、軸受2の嵌め合いを常に最適状態に保つことができる。なお、印加電圧の調整範囲は、図2のV

a~Vb間である。

【0016】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の軸受装置によれば、軸受のラジアル方向の嵌め合いを圧電素子により的確に調整して、高速回転域での回転を安定させ、低速回転域での剛性を向上できるという優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示す軸受装置の断面図である。

【図2】圧電素子のひずみ量と印加電圧との相関を示す特性図である。

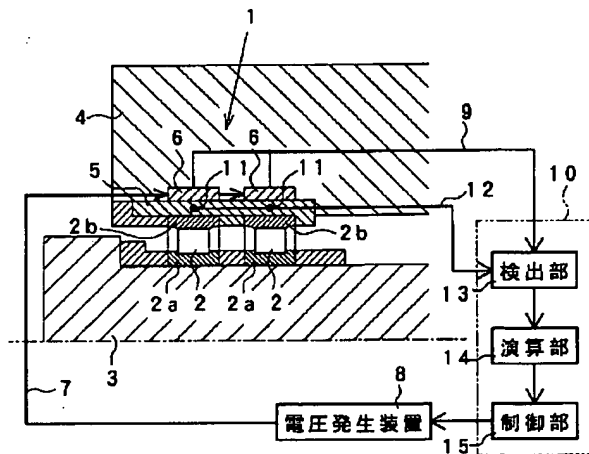
【図3】軸受装置の嵌め合い状態を示す断面図である。

【図4】主軸最高回転時における軸受温度と時間との相関を示す特性図である。

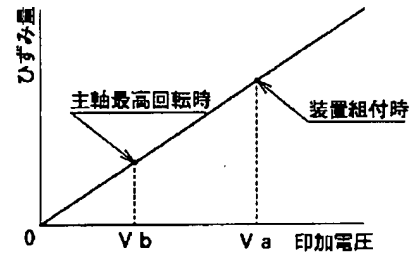
【符号の説明】

1・・・軸受装置、2・・・軸受、3・・・主軸、4・・・主軸頭、5・・・スリーブ、6・・・圧電素子、8・・・電圧発生装置、10・・・制御装置、11・・・温度センサ、13・・・検出部、14・・・演算部、15・・・制御部。

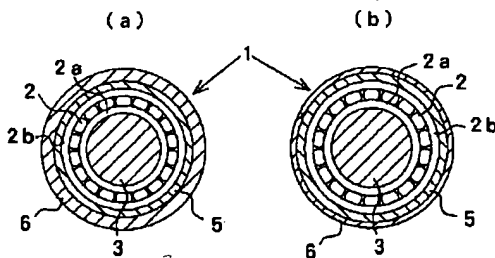
【図1】



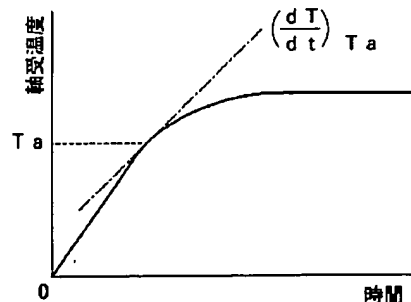
【図2】



【図3】



【図4】



PAT-NO: JP407310743A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 07310743 A  
TITLE: PRE-LOAD ADJUSTING DEVICE FOR BEARING  
PUBN-DATE: November 28, 1995

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
KOJIMA, MASATOMO

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
BROTHER IND LTD N/A

APPL-NO: JP06100837  
APPL-DATE: May 16, 1994

INT-CL (IPC): F16C025/08

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide a bearing pre-load adjusting device having the capability of applying a suitable pre-load to a bearing to support a rotary shaft used over a wide rotating speed range.

CONSTITUTION: When a rotary shaft 1 rotates, a permanent magnet 21 fixed thereto and a coil 22 laid at the outside thereof act to induce current in the coil 22. Also, the current is converted to direct current via a rectifying circuit 24 and voltage is applied to a piezoelectric element 25. As the element 25 is adjacent to the outer rings of bearings 2 and 3, a pre-load acting thereon can be adjusted.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-310743

(43) 公開日 平成7年(1995)11月28日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

F 1 6 C 25/08

識別記号

Z

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平6-100837

(22) 出願日 平成6年(1994)5月16日

(71) 出願人 000005267

ブラザー工業株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区苗代町15番1号

(72) 発明者 小島 正友

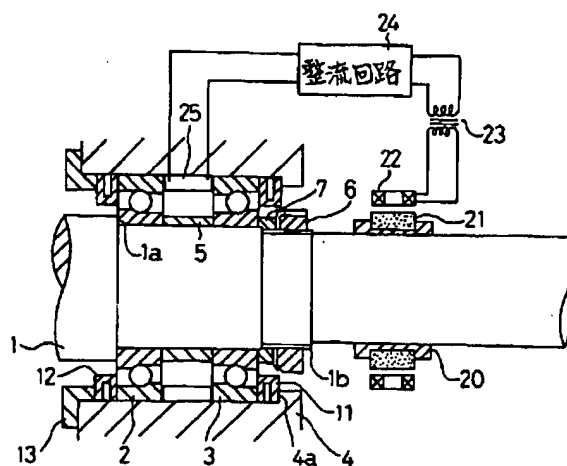
名古屋市瑞穂区苗代町15番1号ブラザー工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 軸受予圧調整装置

(57) 【要約】

【目的】 広い回転速度範囲で使用される回転軸を支える軸受に、適切な予圧が与えられるようにした軸受予圧調整装置を提供すること。

【構成】 回転軸1が回転すると、それに固定された永久磁石21と回転軸1の外側に配置されたコイル22との作用によりコイル22に電流を励起される。その電流は整流回路24により直流化され、圧電素子25に電圧が印加される。圧電素子25は回転軸1を支持する軸受2、3の外輪に接しているため、軸受に作用する予圧が調整できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転軸の回転に伴って発電可能な発電手段と、前記回転軸を支持する軸受の外輪に接して配置され、前記発電手段からの電圧が印加される電気・機械変換手段とを含むことを特徴とする軸受予圧調整装置。

【請求項2】 前記発電手段が、回転軸に固定された永久磁石及びコイルのいずれか一方と、前記回転軸の外側に配置された他方とから構成されていることを特徴とする請求項1に記載の軸受予圧調整装置。

【請求項3】 前記電気・機械変換手段が、圧電素子により構成されていることを特徴とする請求項1に記載の軸受予圧調整装置。

【請求項4】 前記発電手段と電気・機械変換手段との間に、整流手段を備えることを特徴とする請求項1に記載の軸受予圧調整装置。

【請求項5】 回転軸に固定された永久磁石と、前記回転軸の外側に配置されたコイルと、該コイルに励起された電流を直流化する整流回路と、前記回転軸を支持する軸受の外輪に接して配置され、前記整流回路により電圧が印加される圧電素子とを含むことを特徴とする軸受予圧調整装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、広い回転速度範囲で使用される回転軸を支える軸受に、適切な予圧が与えられるようにした軸受予圧調整装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、軸の振れを抑えたり、軸受の剛性を高めたり、アキシアル方向の振動による異音を防止したりする目的で、転がり軸受は予め内部応力を発生させた状態で使用される場合がある。このような使い方を予圧といい、定位置予圧と定圧予圧という方法が知られている。予圧量は軸受にかかる荷重に応じて決められ、必要以上の予圧量は、軸受寿命の短縮や動力の損失を招く。

【0003】工作機械の主軸の軸受予圧調整装置として実公平3-46258号公報に記載された構成が知られている。これは、工作機械の主軸の温度上昇及び切削条件に適合した予圧を与えるため、組使用の軸受のディスタンスカラーに油圧によって拡張できる形状のものを介在させると共に、それに供給される油圧力を制御するようにした軸受予圧調整装置である。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この装置には回転数検出手段、制御装置等が必須であり機構が複雑になることや、油圧手段により予圧を付与しているため適用範囲が工作機械等に限定されるなどの問題点があった。

【0005】本発明は、上述した問題点を解決するためになされたものであり、機構が簡単で、広い回転速度範

囲で使用できる軸受予圧調整装置を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために本発明の軸受予圧調整装置は、回転軸の回転に伴って発電可能な発電手段と、前記回転軸を支持する軸受の外輪に接して配置され、前記発電手段からの電圧が印加される電気・機械変換手段とを含むことを特徴とする。

## 【0007】

【作用】上記の構成を有する本発明の軸受予圧調整装置においては、回転軸が回転すると、発電手段は電気を発電する。発電された電気は、電気・機械変換手段に供給され、電気・機械変換手段は、回転軸を支持する軸受の外輪に接しているため、軸受に作用する予圧が調整される。

## 【0008】

【実施例】以下、本発明を具体化した一実施例を図面を参照して説明する。

【0009】回転軸1は、軸受けとしてのアンギュラ形玉軸受2、3の背面組合せでフレーム4に軸承されている。玉軸受2、3の内輪間には、ディスタンスカラー5が介装され回転軸1の段部1aとねじ部1bに螺合するナット6によって玉軸受3の外側のディスタンスカラー7を介して挟持固定されている。玉軸受2、3の外輪間には、電気・機械変換手段としての圧電素子25が介装されており、フレームの段部4a、ディスタンスカラー11、ディスタンスカラー12、外輪押え13によって挟持固定されている。ディスタンスカラー11、ディスタンスカラー12は軸方向に弾性変形可能である。

【0010】さらに、回転軸1はフランジ20が固定され、フランジ20には永久磁石21が固定されている。この永久磁石21と僅かな隙間を隔ててコイル22が配置されており、コイル22はフレーム4に固定されており、この永久磁石21とコイル22とにより発電手段が構成される。コイルの巻線の両端はトランス23に接続されており、トランス23の他端は、整流手段としての整流回路に接続されている。整流回路からの出力端子は圧電素子25の電極に接続されている。

【0011】回転軸1が角速度 $\omega$  (rad/S) で回転すると、コイルには $\omega$ に比例した交流の起電力が生じる。発生した起電力はトランスによって電圧が変換された後、整流回路24により直流化される。この電圧が圧電素子25に印加されるため圧電素子25は角速度 $\omega$ に比例した変位を生じる。

【0012】圧電素子の特性は両端自由時の変位量を $\Delta_f$ 、印加電圧をV、圧電定数をgとすると、

$$\Delta_f = g V$$

で表され、弾性率をE、長さをL、断面積をA、変位量を $\Delta$ とすると、圧電素子の発生する力Fは、

$$F = E A (\Delta_f - \Delta) / L$$

で表される。

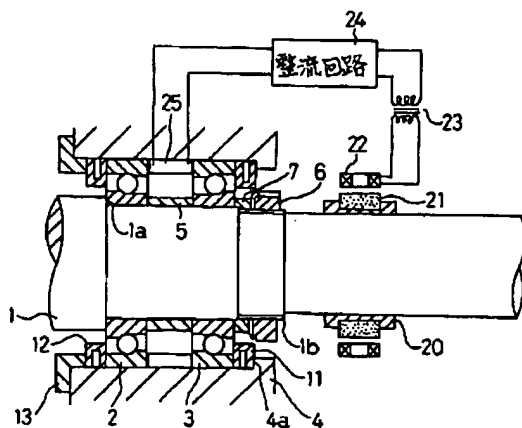
【0013】次に、図2を参照して圧電素子25に電圧を印加した時の予圧量の変化を説明する。外輪間に圧電素子25を挟んだとき、内輪とディスタンスカラー5の間の隙間を $2\delta_0$ とする。圧電素子に電圧を印加しない状態では、軸受の剛性を表す曲線Aと圧電素子の剛性を表す直線Bの交点より予圧量 $P_0$ が求まり、圧電素子に電圧を印加した状態では、軸受の剛性を表す曲線Aと圧電素子の剛性を表す直線Cの交点より予圧量Pが求まる。圧電定数g、弾性係数E、長さL等を適切に選ぶことにより、所定の回転数で必要な予圧量を与えることができる。

【0014】これにより、軸受荷重が小さい低回転数では小さな予圧が掛かり、軸受荷重の大きい高回転数では大きな予圧が掛かるため、適切な予圧が与えられる。

【0015】なお、アンギュラ形玉軸受2、3を背面組合せて組使用する他、図3に示すように、軸方向の離れた位置で2つの玉軸受けを用いても予圧を付与することができる。

【0016】また、電気・機械変換手段としては、圧電素子25の他に、例えば、ソレノイドなども用いることができる。また、電気・機械変換手段として交流で駆動できるものを用いた場合には、整流回路を必要としない。

【図1】



【0017】更に、発電手段として、回転軸1に永久磁石21を固定し、この永久磁石21と僅かな隙間を隔ててコイル22を配置して構成したが、回転軸1にコイル22を固定し、このコイル22と僅かな隙間を隔てて永久磁石21を配置し、整流子を介して起電力を取り出すように構成しても差し支えない。

【0018】

【発明の効果】以上説明したことから明かなように、本発明によれば、回転数検出手段、制御装置等が不要で機構が簡単な上、広い回転速度範囲で使用できる軸受予圧調整装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の軸受予圧調整装置を示す図である。

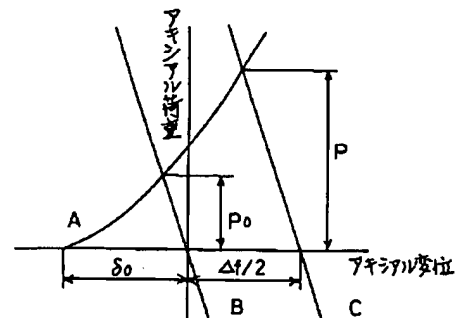
【図2】図2は、予圧量の変化を説明するための図である。

【図3】図3は、第二実施例を示す図である。

【符号の説明】

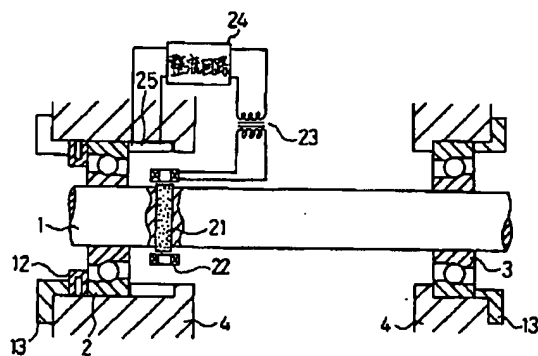
- 1 回転軸
- 2、3 軸受
- 21 永久磁石
- 22 コイル
- 24 整流回路
- 25 圧電素子

【図2】





【図3】



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images problems checked, please do not report the problems to the IFW Image Problem Mailbox**